

3) 10 2004 006 483.0



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 100 05 455 C 2

51 Int. Cl. 7:
F 16 J 15/08
F 02 F 11/00

21 Aktenzeichen: 100 05 455.2-12
22 Anmeldetag: 8. 2. 2000
43 Offenlegungstag: 18. 10. 2001
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 10. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
REINZ-Dichtungs-GmbH & Co. KG, 89233 Neu-Ulm,
DE
74 Vertreter:
PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 80336
München
72 Erfinder:
Obermaier, Stefan, Dipl.-Ing., 86391 Stadtbergen,
DE; Unseld, Günther, Dipl.-Ing., 89189 Neenstetten,
DE; Ludwig, Josef, Dipl.-Ing., 89168
Niederstotzingen, DE; Weiss, Alfred, Dipl.-Ing.,
89231 Neu-Ulm, DE

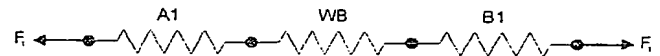
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 195 20 695 C1
DE 195 13 360 C1
DE 196 41 491 A1
US 51 31 668
EP 05 93 302 B1
EP 05 81 615 B1
JP 11-0 63 228 A

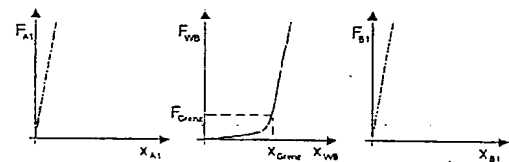
Patent Abstr. of Japan, (c) 1996, JPO JP11063228A;
Patent Abstr. of Japan, (c) 1998, JPO JP10061772A;
Cierocki, K., K. Schmitt, M. Heilig u. C. Hilgert:
Neuartige-Einlagen-Stahl-Zylinderkopfdichtung In:
MTZ Motortechnische Zeitschrift Bd. 59 (1998) Nr. 5
S. 298-302;

54 Metallische Flachdichtung

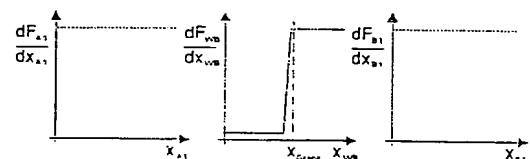
57 Dichtungsanordnung mit einer metallischen Flachdichtung zwischen einem Zylinderkopf und einem Zylinderblock eines Verbrennungsmotors, wobei die metallische Flachdichtung zumindest, ein eine Brennraumdurchgangsöffnung aufweisendes Dichtungsblech, eine die Brennraumdurchgangsöffnung umgebende und eine Dichtlinie bildende Sicke und einen Wegbegrenzer für die Sicke aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der einstückige Wegbegrenzer (13) in einem Bereich der Flachdichtung (1) angeordnet ist, in dem Zylinderkopf und Block (3, 5) eine hohe Bauteilsteifigkeit zum im wesentlichen bauteilverformungsfreien Einleiten der Spannkraft auf die Flachdichtung (1) aufweisen, und dass der Wegbegrenzer die folgenden Eigenschaften aufweist:
a) keine oder eine nur geringe Kraftaufnahme bis zu einer Grenzverformung X_{Grenz} (Bereich: $X_{WB} < X_{Grenz}$)
b) beliebige lineare oder nichtlineare Steifigkeit bis zu einer Grenzverformung X_{Grenz} (Bereich: $X_{WB} < X_{Grenz}$)
c) hohe Steifigkeit und Kraftaufnahme bei Verformungen, die größer als die Grenzverformung X_{Grenz} sind (Bereich: $X_{WB} > X_{Grenz}$).



Kraftweg-Kennlinie (Kraftaufnahme)



Erste Ableitung der Kraftweg-Kennlinie (Steifigkeit)



DE 100 05 455 C 2

DE 100 05 455 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung mit einer metallischen Flachdichtung zwischen einem Zylinderkopf und einem Zylinderblock eines Verbrennungsmotors, wobei die metallische Flachdichtung zumindest eine Brennraum-Durchgangsöffnung aufweisendes Dichtungsblech, eine die Brennraum-Durchgangsöffnung umgebende und eine Dichtlinie bildende Sicke und einen Wegbegrenzer für die Sicke aufweist.

[0002] In der EP 0 581 615 B1 ist eine derartige metallische Flachdichtung für einen Zylinderkopf beschrieben, die an ihren beiden gegenüberliegenden Schmalseiten eine in einer mittleren Dichtungsplatte der mehrlagigen Flachdichtung ausgebildete Sicke enthält, die im wesentlichen zwischen den beiden äußeren Schraubenlöchern und dem Rand der Dichtungsplatte angeordnet ist und eine ungleichmäßige Verformung des Zylinderkopfes beim Festziehen der Schrauben verhindern soll.

[0003] In der EP 0 593 302 B1 ist eine derartige metallische Flachdichtung für einen Zylinderkopf beschrieben, die an ihren beiden gegenüberliegenden Schmalseiten jeweils eine Abstandshalterplatte zwischen einer oberen und einer unteren Dichtungsplatte aufweist, die zwischen den beiden äußeren Schraubenlöchern und dem Rand der Dichtungsplatten angeordnet ist und die beiden Schraubenlöcher auch umfassen kann.

[0004] Die DE 195 13 360 C1 offenbart eine aus einem Trägerblech und mindestens einem Deckblech bestehende Zylinderkopfdichtung mit Brennraumdurchgangsöffnungen und Schraubendurchtrittslöchern, deren Deckblech eine zum Trägerblech gewölbte Sicke um die entsprechende Brennraumdurchgangsöffnung aufweist. Dabei ist der Sickenauftandsbereich des Trägerbleches im Profil erhöht oder vertieft. Die Sicke wird durch einen zwischen der Sicke und der Brennraumdurchgangsöffnung angeordneten, zum Zwecke einer gleichmäßigen Kraftverteilung in Umfangsrichtung höhen- und breitenveränderlichen Stopper in ihrer Kompression begrenzt.

[0005] Die DE 19 41 491 A1 hat eine aus mindestens einer mit Öffnungen versehene Metalllage bestehende, als Zylinderkopfdichtung zu verwendende Flachdichtung zum Gegenstand, um deren Öffnungen Sicken angeordnet sind. Eine Distanzlage mit Stützkörpern verschiedener Profile bewirkt eine gleichmäßige Kraftverteilung auf die Flachdichtung beim Zusammenspannen von Motorblock und Zylinderkopf.

[0006] Die JP 110 63 228 A offenbart eine einlagige Metalldichtung mit Brennraumdurchgangsöffnungen und Schraubendurchtrittslöchern. Die Metalllage weist eine Sicke auf, die in ihrer Kompression durch einen um die Brennraumdurchgangsöffnung angebrachten, als Umfaltung gearteten Stopper begrenzt wird. Um die Höhendifferenz der Dichtung zwischen den Bereichen um die Brennraumdurchgangsöffnung und den Bereichen um die Schraubendurchtrittslöcher auszugleichen, ist eine mit Plastik beschichtete Lage um die Schraubendurchtrittslöcher auf die Metalllage aufgebracht.

[0007] Die US 5,131,668 offenbart eine zwei- oder mehrlagige mit Öldurchtrittsöffnungen und Schraubendurchtrittslöchern versehene Flachdichtung, die eine Sicke in der Nähe der jeweiligen Öldurchtrittsöffnung zur Dichtung beim Einspannen der Metalllagen vorsieht. Die Sicke wird vor übermäßiger Kompression geschützt, indem die unterste Metalllage am Schraubenloch über die oberste Metalllage übergefaltet wird und somit die erhöhte Dicke der Dichtung in der Umgebung des Schraubenloches als Stopper fungieren kann. An den Öldurchtrittsöffnungen werden die minde-

stens zwei Dichtungslagen von den Schenkeln eines U-förmig gebildeten Dichtmaterials umfasst.

[0008] Die DE 195 20 695 C1 sieht eine aus zwei Deckblechen und einem zwischen diesen Deckblechen angeordneten Trägerblech bestehende Zylinderkopfdichtung vor. Dabei weist das Trägerblech in der Umgebung von Brennraumdurchgangsöffnungen als Stopper fungierende Rundungen auf, die die Verformung von um die Rundungen geführten, in die Deckbleche eingearbeiteten und zu dem Trägerblech weisenden Sicken begrenzen.

[0009] Die Druckschrift JP 10061772 A offenbart eine zweilagige Metalldichtung für einen Zylinderblock und einen Zylinderkopf, die eine Durchgangsöffnung für Kühlwasser enthält. Dabei wird die untere Metalllage in der Umgebung der Kühlflüssigkeitsdurchgangsöffnung mit Hilfe einer auf die obere Metalllage aufstehenden Sicke von der oberen Metalllage abgespreizt. Die Sicke liegt dabei auf einer an der Unterfläche der oberen Metalllage aufgetragenen Unterplatte auf. Auf der von der Sicke abgewandten Seite der Kühlflüssigkeitsdurchgangsöffnung ist ein Schraubenloch angeordnet, in dessen Bereich die beiden Metalllagen parallel verlaufend zusammengefasst werden. Mit einer solchen gespreizten zweilagigen Dichtung wird eine gleichmäßige Belastung der Dichtung durch die lokal variierende Spannung der Gegenflächen erreicht.

[0010] Die Druckschrift "Neuartige Einlagen-Stahlzylinderkopfdichtung" erschienen in MTZ, Band 59 (1998) Nr. 5, Seite 298-302 hat eine aus einem gesickten Trägerblech bestehende Stahldichtung, die einen Sinterstopper aufweist zum Gegenstand. Dabei sind die erforderlichen Eigenschaften des Trägerblechs für die Stopperzone mit den Eigenschaften der Funktionslage abgestimmt worden, indem für das Trägerblech Edelstahl und für das Stoppermateriale eine mit Siebdruckverfahren aus einer speziell gefertigten Metallsuspension bestehende Beschichtung, die in ihrer Formgebung außergewöhnliche Flexibilität aufweist, verwendet werden.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Dichtungsanordnung zu schaffen, die die Flachdichtung in ihrer Einbaulage gleichmäßiger belastet, wodurch eine verbesserte Dichtwirkung erzielt wird.

[0012] Die Aufgabe wird bei der oben angegebenen, gattungsgemäßen Dichtungsanordnung dadurch gelöst, daß der einstückige Wegbegrenzer in einem Bereich der Flachdichtung angeordnet ist, in dem die beiden angrenzenden Bauteile (Zylinderkopf und Zylinderblock) eine hohe Bauteilsteifigkeit zum im wesentlichen bauteilverformungsfreien Einleiten der Spannkraft auf die Flachdichtung aufweisen.

[0013] Zweckmäßigerweise ist der Wegbegrenzer im Bereich eines von der Dichtlinie entfernten Schraubenloches der Flachdichtung angeordnet.

[0014] Dabei kann der Wegbegrenzer an der Flachdichtung oder an zumindest einem der beiden angrenzenden angeordnet oder einstückig mit diesem gebildet sein.

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert.

[0016] Es zeigt:

[0017] Fig. 1 ein Ersatzschaltbild für eine Wegbegrenzung an einer Stelle hoher Bauteilsteifigkeit der an die Dichtung angrenzenden Bauteile;

[0018] Fig. 2a ein Ersatzschaltbild für eine Dichtkonstruktion an einer Dichtlinie an einer Stelle hoher Bauteilsteifigkeit der an die Dichtung angrenzenden Bauteile;

[0019] Fig. 2b ein Ersatzschaltbild für eine Dichtkonstruktion an einer Dichtlinie an einer Stelle geringer Bauteilsteifigkeit der an die Dichtung angrenzenden Bauteile;

[0020] Fig. 3 ein Ersatzschaltbild für ein Gesamtsystem

einer Flachdichtung zwischen zwei abzudichtenden Bauteilen;

[0021] Fig. 4 bis 27 im Querschnitt verschiedene Ausführungsbeispiele von Flachdichtungen in ausschnittsweiser Darstellung mit unterschiedlichen Wegbegrenzern.

[0022] Fig. 28 in Draufsicht ein Motorblock mit Brennraumöffnungen und Schraubenlöchern;

[0023] Fig. 29 bis 31 in Querschnittsansichten verschiedene Gestaltungen von Zylinderköpfen gemäß Linie A-A in Fig. 28; und

[0024] Fig. 32 in Querschnittsansicht eine weitere Gestaltung eines Zylinderkopfes gemäß Linie B-B in Fig. 28.

[0025] Eine in Fig. 4 ausschnittsweise dargestellte metallische Flachdichtung 1 enthält ein Dichtungsblech 2, das zwischen einem unteren Bauteil 3, das ein schematisch dargestellter Motorblock mit einer Brennraum-Durchgangsöffnung oder Zylinderöffnung 4 ist, und einem oberen Bauteil 5, das ein schematisch dargestellter Zylinderkopf mit einer Brennraumöffnung 6 ist, angeordnet ist. Beabstandet von den Öffnungen 4 und 6 ist eine Durchgangsöffnung 8 für eine Schraube 9 zum Verspannen des oberen Bauteils 5 gegen das untere Bauteil 3 enthalten. Das Dichtungsblech 2 weist eine der Zylinderöffnung 4 zugeordnete Dichtungsöffnung 10 und eine Sicke 11 auf, die nahe an der Dichtungsöffnung 10 angeordnet ist und eine Dichtlinie an dem unteren Bauteil 3 bildet. Durch die Auswölbung der Sicke 11 liegt die Oberseite des Dichtungsblechs 2 an dem oberen Bauteil 5 flächig an, während die Unterseite des Dichtungsblechs 2 in dem dargestellten unverspannten oder nur gering verspannten Zustand nur im Bereich der Sicke 11 an dem unteren Bauteil 5 anliegt. Im Bereich der Durchgangsöffnung 8 in dem unteren und dem oberen Bauteil 3 bzw. 5 weist das Dichtungsblech 2 ein Loch 12 für die Schraube 9 auf. Ein auch als Stopper oder Verformungsbegrenzer bezeichneter Wegbegrenzer zum Begrenzen der Verformung der Sicke 11 ist z. B. in Form eines Distanzringes 13 gebildet, der das Loch 12 umgibt und an dem Dichtungsblech 2 z. B. durch Schweißen oder Kleben befestigt ist. Die Dicke des Distanzringes 13 ist in Abhängigkeit der Höhe der Ausbauchung der Sicke 11 festgelegt und läßt eine begrenzte Verformung der Sicke 11 beim Zusammendrücken des Dichtungsblechs 2 zu. Beim Verspannen der Schraube 9 wird das obere Bauteil 5 gegen das untere Bauteil 3 gedrückt, bis der Distanzring 13 an unteren Bauteil 3 anliegt. Die Sicke 11 wird entsprechend dem vom Distanzring 13 zugelassenen Verspannweg begrenzt verformt, behält jedoch ein elastisches Rückfederpotential bei. Da der Distanzring 13 im Krafteinleitungsbereich an der Schraube 9 liegt, wird eine übermäßige Verbiegung des oberen Bauteils 5 vermieden, die eine Lockerung der Verspannung bewirken könnte.

[0026] Die folgenden Figuren zeigen Ausführungsbeispiele der Flachdichtung in der gleichen Einbaulage, wobei jedoch die jeweils dargestellten Flachdichtungen bezüglich der Anzahl der Lagen der Dichtungsbleche, der Ausbildung von Sicken und der Anordnung und Gestaltung von unterschiedlichen Wegbegrenzern variiert sind.

[0027] Eine in Fig. 5 dargestellte zweilagige Flachdichtung enthält ein oberes Dichtungsblech 2 und ein unteres Dichtungsblech 14 mit jeweiligen zugeordneten Sicken 11 bzw. 15, die mit ihren gegeneinander gerichteten Auswölbungen aneinander anliegen. Der Wegbegrenzer 13 ist als Distanzring an dem unteren Dichtungsblech 14 angeschweißt oder angeklebt.

[0028] Eine in Fig. 6 dargestellte dreilagige Flachdichtung enthält ein oberes Dichtungsblech 2 und ein unteres Dichtungsblech 14 mit jeweiligen deckungsgleich liegenden und gegeneinander gerichteten Sicken 11 bzw. 15 sowie ein

mittleres Dichtungsblech 16, das eine Sicke 17 als Verformungsbegrenzer für die benachbart liegende Sicke 11 des oberen Dichtungsblechs 2 aufweist. Das obere und das untere Dichtungsblech 2 weisen Schraubenlöcher 12 mit größeren Durchmessern gegenüber dem Schraubenloch 12' des mittleren Dichtungsblechs 16 auf. Zwei Wegbegrenzer 13 und 13' sind beidseitig an dem mittleren Dichtungsblech 16 benachbart zu dem Schraubenloch 12' befestigt.

[0029] Die Fig. 7 bis 9 zeigen zu den Beispielen der Fig. 4 bis 6 weitgehend identische Flachdichtungen, jedoch sind die Wegbegrenzer 13, 13' als auf die Dichtungsbleche 2, 14 und 16 aufgebrachte Beschichtungen (HC, Plasmapbeschichtung und dergleichen) hergestellt.

[0030] Die Fig. 10 bis 12 zeigen zu den Beispielen der Fig. 4 bis 6 weitgehend identische Flachdichtungen, jedoch sind die Wegbegrenzer 13, 13' als Einfassungen des einen Dichtungsblechs 2 (Fig. 10) oder von jeweils einem der Dichtungsbleche 2 oder 14 bzw. 16 am Schraubenloch 12 bzw. 12' gebildet.

[0031] Die Fig. 13 bis 15 zeigen Flachdichtungen, deren Wegbegrenzer 13, 13' als Sicken mit einer weitgehend inkompressiblen Füllung 18 gebildet sind.

[0032] Die in den Fig. 16 bis 18 dargestellten Flachdichtungen enthalten Wegbegrenzer 13, 13', die als Umfaltungen der jeweiligen Dichtungsbleche gebildet sind.

[0033] Die in den Fig. 19 bis 21 dargestellten Flachdichtungen enthalten Wegbegrenzer 13, 13', die jeweils als gestauchter und damit verdickter Abschnitt einer dickeren Dichtungsplatte 16 der mehrlagig aufgebauten Flachdichtung gebildet sind.

[0034] Die in den Fig. 22 bis 24 dargestellten Flachdichtungen zeigen Wegbegrenzer, die als ein- oder zweiseitig integral gebildete Bauteilerhöhungen 20 (Fig. 22, 24) oder als ein Ring (Fig. 23) im Bereich des Schraubenloches gebildet sind. Die Flachdichtungen können an der Dichtlinie zusätzlich eine Wegbegrenzung enthalten.

[0035] Die Fig. 25 bis 27 zeigen Flachdichtungen, bei denen der Wegbegrenzer 13 an einem Dichtungsblech an den Rand des Loches 12 für die Schraube 9 angeschweißt oder angeklebt ist.

[0036] Die Schnittansicht in Fig. 29 (gemäß dem Verlauf A-A in Fig. 28) zeigt die konstruktive Gestaltung einer Versteifung des Zylinderkopfes, die ein Schraubenloch 8 einer Spanneinrichtung enthält. Eine nicht dargestellte Flachdichtung gemäß den Ausführungsbeispielen der Fig. 4 bis 27 kann zur zwischen dem Zylinderkopf und dem Motorblock verwendet werden.

[0037] Die Schnittansicht der Fig. 30 zeigt eine Alternative mit einer ringförmigen Bauteilüberhöhung 20 am Motorblock 3 im Bereich der Krafteinleitung der Spanneinrichtung. Die Wegbegrenzung erfolgt hier nicht an der dem Brennraum benachbarten Dichtung, sondern an der Krafteinleitung. Die Bauteilüberhöhung 20 kann sowohl integraler Bestandteil des Bauteils (Fig. 30) wie auch ein zusätzliches Element (ringförmige Scheibe 21 gemäß Fig. 31) sein.

[0038] Fig. 32 zeigt eine alternative Gestaltung des Zylinderkopfes, bei der die Krafteinleitung teilweise vom Schraubenloch entfernt ist.

[0039] Die voranstehend beschriebenen und in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele basieren auf den folgenden Überlegungen:

1. Ersatzmodell für eine Wegbegrenzung an einer Stelle hoher Bauteilsteifigkeit mit konstruktiv bedingtem Abstand zu Dichtlinie

[0040] Betrachtet man die Dichtung nur an der Stelle der Wegbegrenzung, so kann die Verspannungssituation verein-

facht als eine Reihenschaltung von drei Federn angenommen werden (siehe Fig. 1). Hierin repräsentieren die Federn A1 und B1 die Bauteilsteifigkeiten der Bauteile, zwischen denen die Dichtung angeordnet ist (z. B. ein Zylinderkopf (A1) und ein Motorblock (B1)), und die Feder WB die Wegbegrenzung der Dichtung.

[0041] Die Wegbegrenzung muß dabei folgende Eigenschaften aufweisen:

- keine oder eine nur geringe Kraftaufnahme bis zu einer Grenzverformung x_{Grenz} (Bereich: $x_{\text{WB}} < x_{\text{Grenz}}$)
- beliebige lineare oder nichtlineare Steifigkeit bis zu einer Grenzverformung x_{Grenz} (Bereich: $x_{\text{WB}} < x_{\text{Grenz}}$)
- hohe Steifigkeit und Kraftaufnahme bei Verformungen, die größer als die Grenzverformung x_{Grenz} sind (Bereich: $x_{\text{WB}} > x_{\text{Grenz}}$).

[0042] Damit ergibt sich für die Reihenschaltung eine Grenzverformung $x_{\text{I Grenz}}$, die um die Summe der Verformungsanteile x_{A1} und x_{B1} größer ist als die Grenzverformung der Wegbegrenzung x_{Grenz} .

2. Ersatzmodell für eine Dichtkonstruktion an der Dichtlinie an Stellen hoher und geringer Bauteilsteifigkeit

[0043] Die Dichtkonstruktion an der Dichtlinie kann ebenfalls vereinfacht als Reihenschaltung von drei Federn angenommen werden (siehe Fig. 2a und 2b). Wie zuvor repräsentieren die Federn A2 (A3) und B2 (B3) die Bauteilsteifigkeiten und die Feder D die Dichtkonstruktion an der Dichtlinie:

Die Kraftaufnahme F_D und die Steifigkeit $D(x_D)$ der Dichtkonstruktion muß im Vergleich zur oben beschriebenen Wegbegrenzung nachstehende Charakteristik besitzen:

- höhere Kraftaufnahme für Verformungen, die kleiner als die Grenzverformung an der Wegbegrenzung sind (Bereich: $x_D < x_{\text{I Grenz}}$)
- geringere Kraftaufnahme für Verformungen, die größer als die Grenzverformung an der Wegbegrenzung sind (Bereich: $x_D > x_{\text{I Grenz}}$)
- beliebige (lineare oder nichtlineare) Steifigkeit für Verformungen, die kleiner als die Grenzverformung an der Wegbegrenzung sind (Bereich: $x_D < x_{\text{I Grenz}}$)
- geringe (lineare oder nichtlineare) Steifigkeit für Verformungen, die im Bereich der Grenzverformung an der Wegbegrenzung sind (Bereich: $x_D \approx x_{\text{I Grenz}}$)
- beliebige (lineare oder nichtlineare) Steifigkeit für Verformungen, die größer als die Grenzverformung an der Wegbegrenzung sind (Bereich: $x_D > x_{\text{I Grenz}}$)

3. Ersatzmodell für das Gesamtsystem

[0044] Das Gesamtsystem kann in erster Näherung als eine Parallelschaltung der oben erwähnten Einzelsysteme betrachtet werden (siehe Fig. 3).

[0045] Das Gesamtsystem weist damit nachstehende Charakteristik auf:

- für Belastungen kleiner $F_{\text{Gesamt Grenz}}$ wird das Kräfte-

gleichgewicht in erster Näherung von den Reihenschaltungen 2 und 3 aufgenommen;

- für Belastungen größer $F_{\text{Gesamt Grenz}}$ wird das Kräftegleichgewicht zunehmend von der Reihenschaltung 1 aufgenommen;
- an der Dichtlinie stellt sich ein gleichmäßiges Belastungsniveau ein.

4. Elastische und oder plastische Verformungsanteile

[0046] Für die Elemente WB und D sind sowohl elastische als auch plastische Verformungsanteile möglich.

Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung mit einer metallischen Flachdichtung zwischen einem Zylinderkopf und einem Zylinderblock eines Verbrennungsmotors, wobei die metallische Flachdichtung zumindest, ein eine Brennraumdurchgangsöffnung aufweisendes Dichtungsblech, eine die Brennraumdurchgangsöffnung umgebende und eine Dichtlinie bildende Sicke und einen Wegbegrenzer für die Sicke aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der einstückige Wegbegrenzer (13) in einem Bereich der Flachdichtung (1) angeordnet ist, in dem Zylinderkopf und Block (3, 5) eine hohe Bauteilsteifigkeit zum im wesentlichen bauteilverformungsfreien Einleiten der Spannkraft auf die Flachdichtung (1) aufweisen, und dass der Wegbegrenzer die folgenden Eigenschaften aufweist:

- a) keine oder eine nur geringe Kraftaufnahme bis zu einer Grenzverformung X_{Grenz} (Bereich: $X_{\text{WB}} < X_{\text{Grenz}}$)
- b) beliebige lineare oder nichtlineare Steifigkeit bis zu einer Grenzverformung X_{Grenz} (Bereich: $X_{\text{WB}} < X_{\text{Grenz}}$)
- c) hohe Steifigkeit und Kraftaufnahme bei Verformungen, die größer als die Grenzverformung X_{Grenz} sind (Bereich: $X_{\text{WB}} > X_{\text{Grenz}}$).

2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wegbegrenzer (13, 13') im Bereich eines von der Dichtlinie entfernten Schraubenlochs (12) der Flachdichtung (1) angeordnet ist.

3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Wegbegrenzer (13, 13') an Zylinderkopf und/oder Block (3, 5) angeordnet oder einstückig mit diesem gebildet ist.

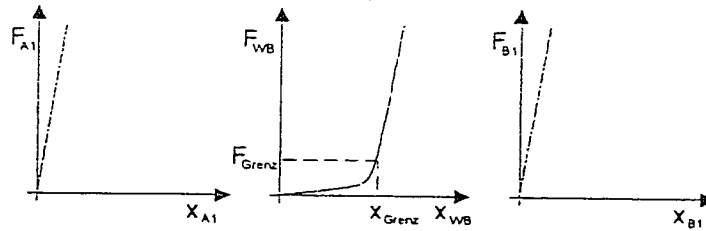
4. Dichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wegbegrenzer (13, 13') im Bereich von einander zugeordneten Versteifungen oder Verrippungen an Zylinderkopf und Zylinderblock angeordnet ist.

Hierzu 17 Seite(n) Zeichnungen

- - Leerseite -



Kraftweg-Kennlinie (Kraftaufnahme)



Erste Ableitung der Kraftweg-Kennlinie (Steifigkeit)

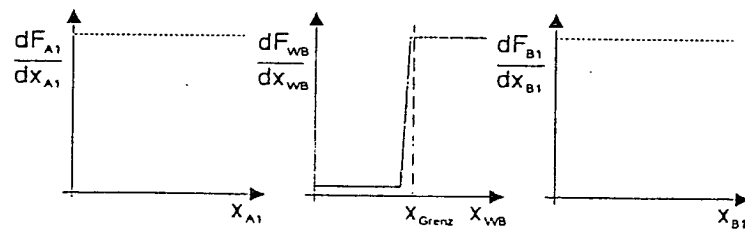
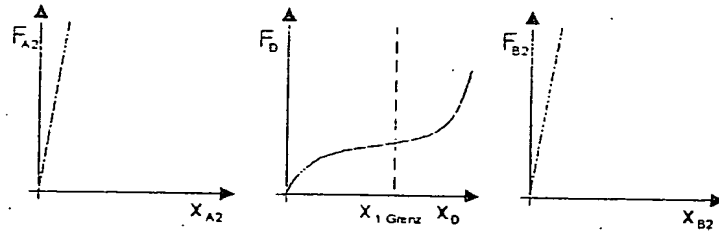


Fig. 1



Kraftweg-Kennlinie (Kraftaufnahme)



Erste Ableitung der Kraftweg-Kennlinie (Steifigkeit)

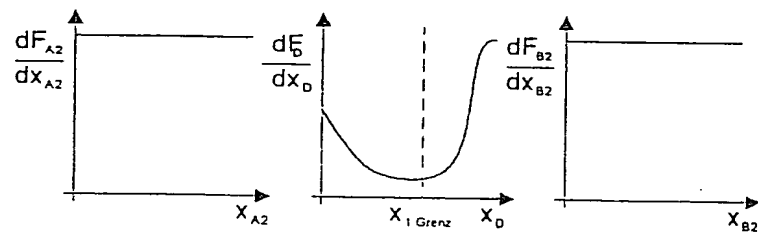
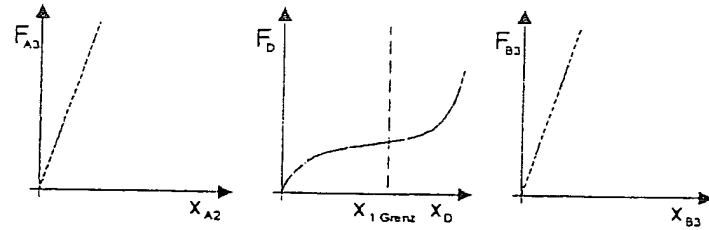


Fig. 2a



Kraftweg-Kennlinie (Kraftaufnahme)



Erste Ableitung der Kraftweg-Kennlinie (Steifigkeit)

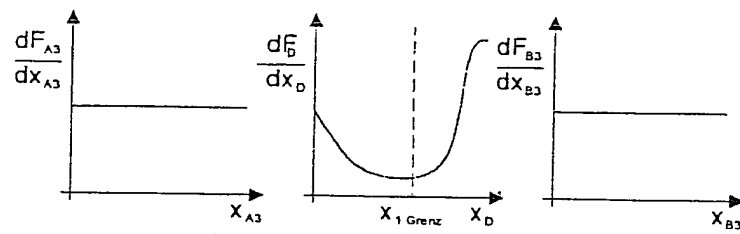


Fig. 2b

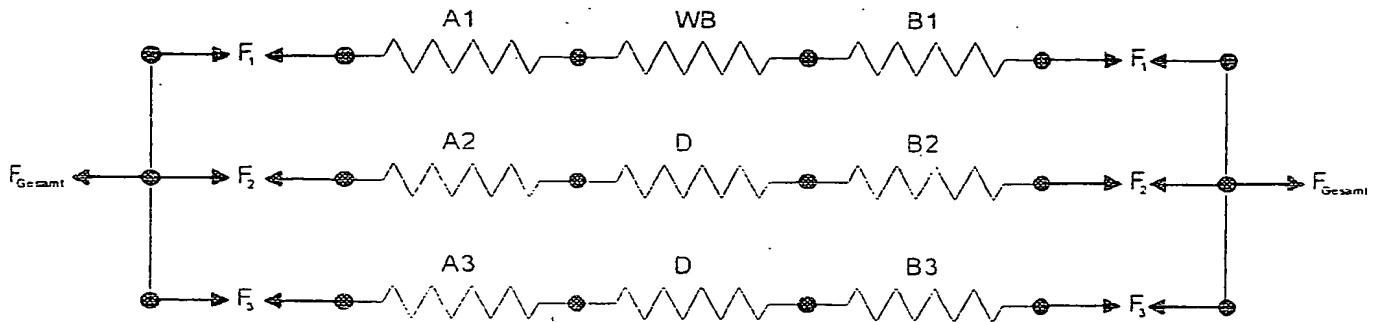
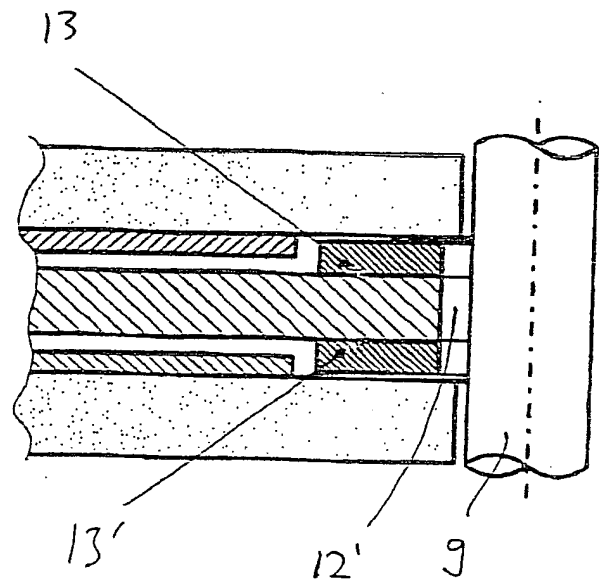
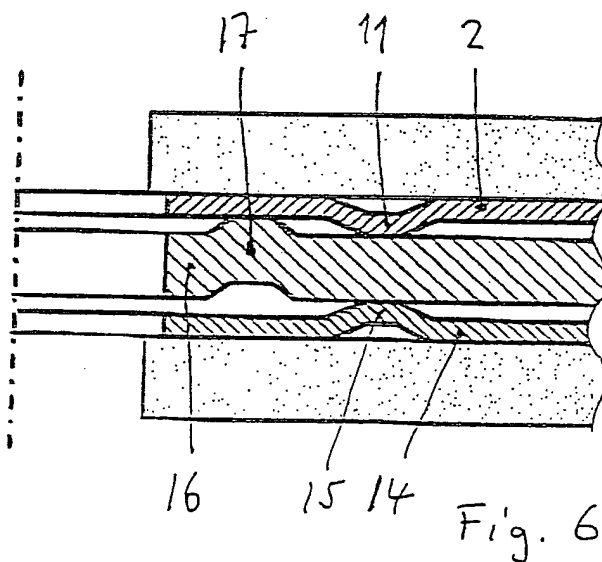
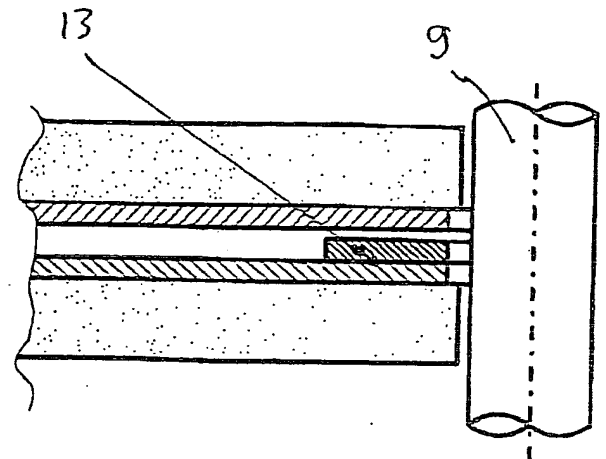
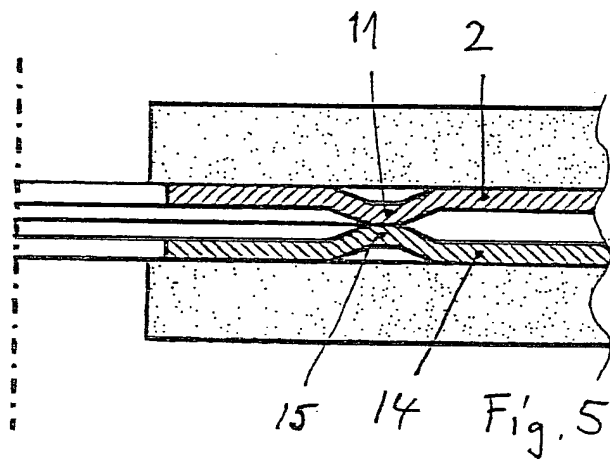
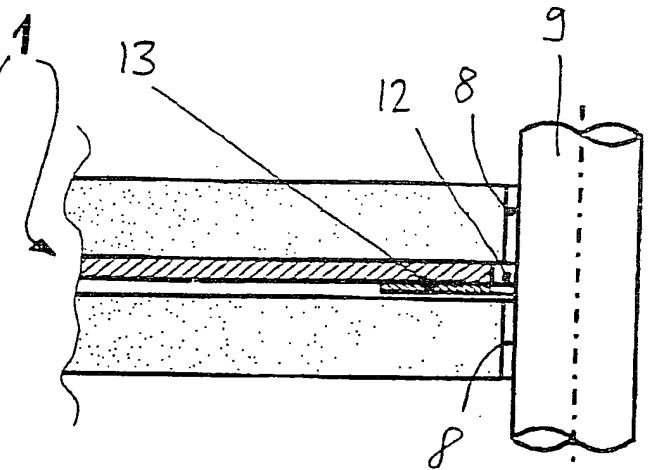
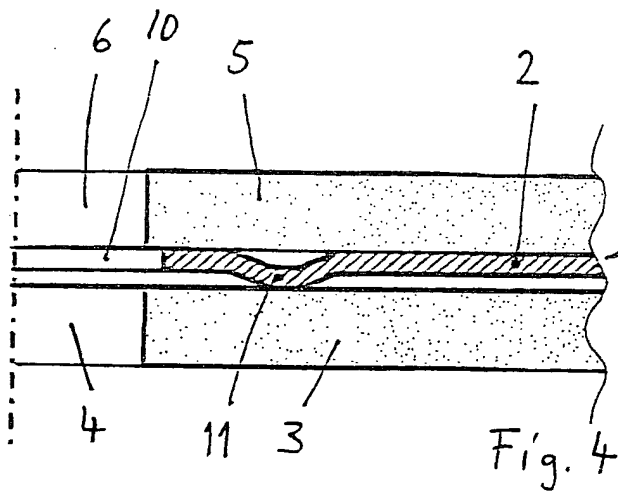


Fig. 3



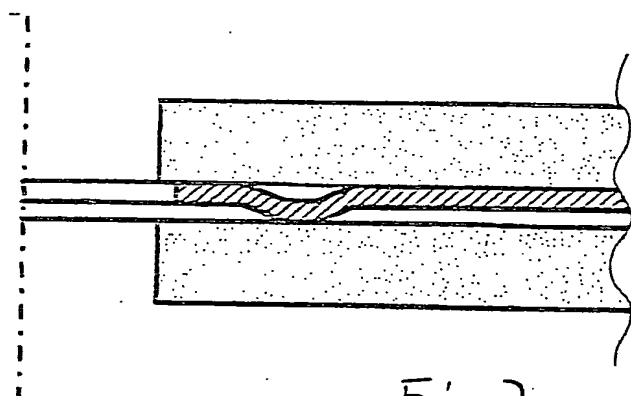


Fig. 7

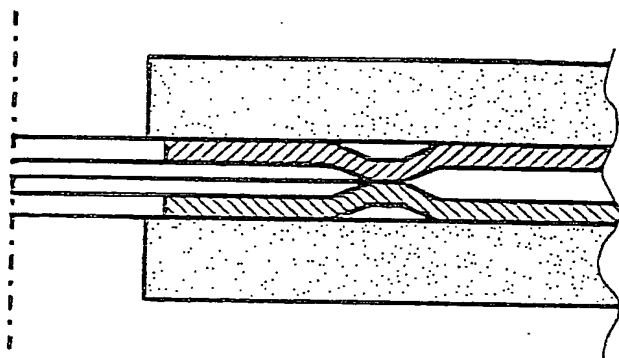
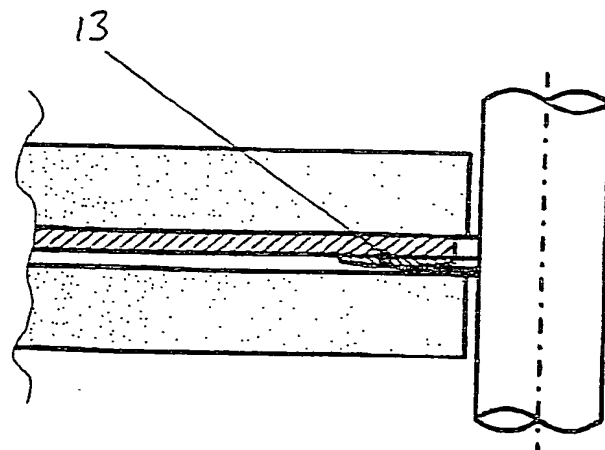


Fig. 8

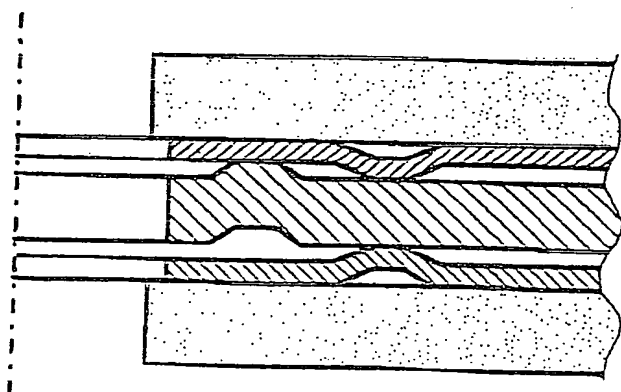
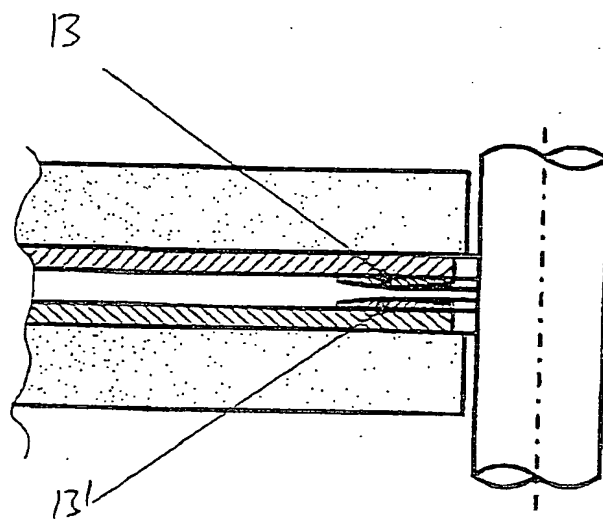
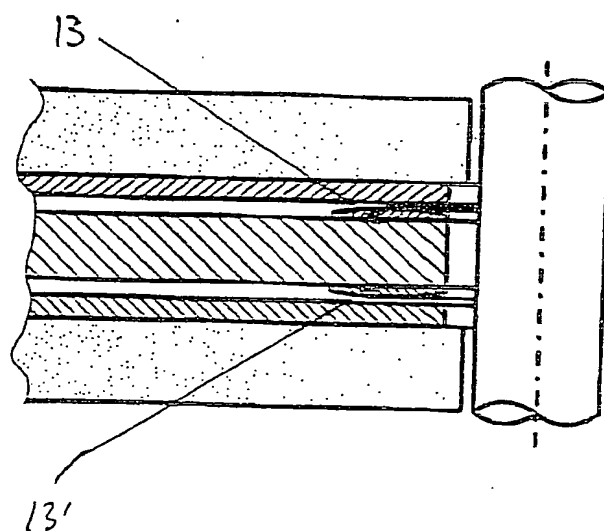


Fig. 9



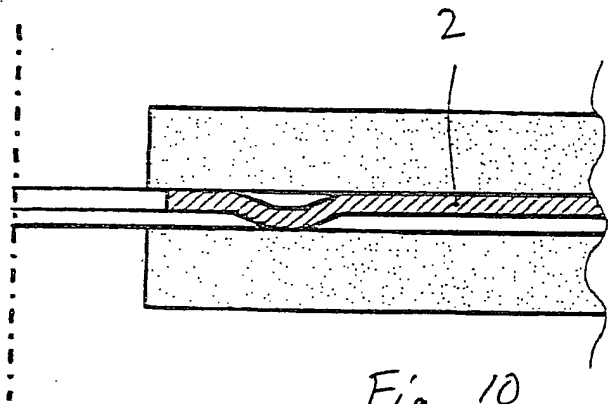


Fig. 10

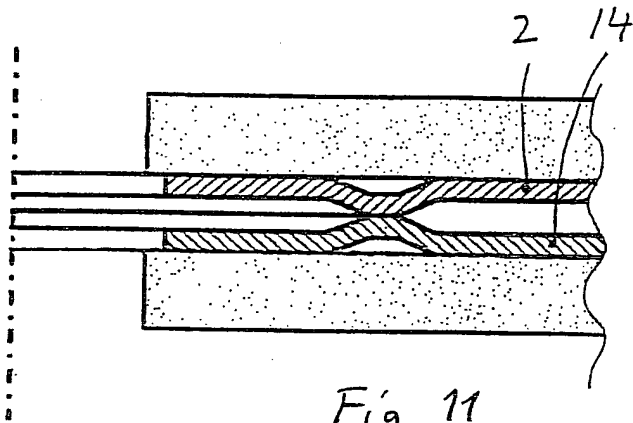
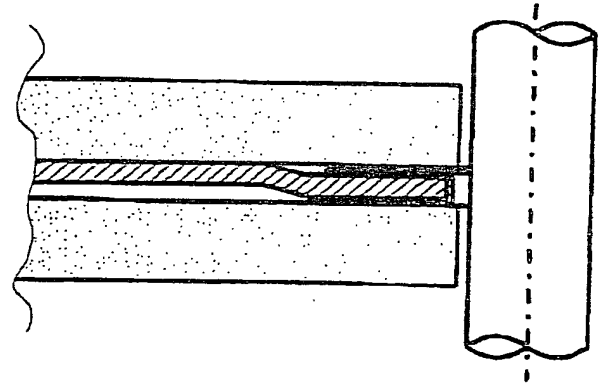


Fig. 11

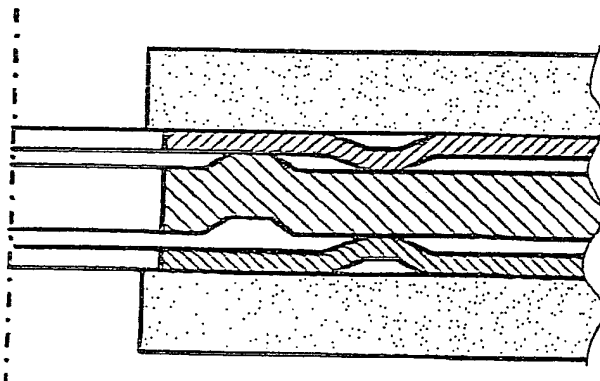
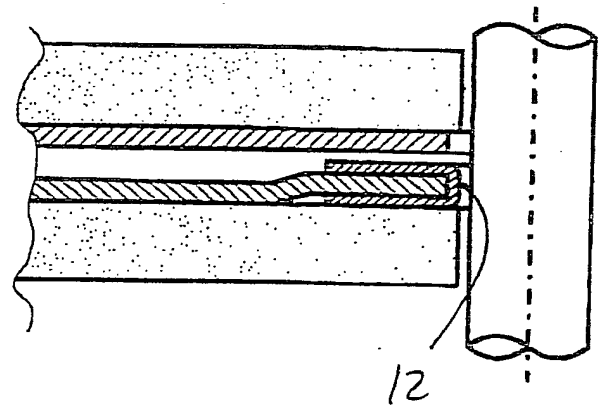
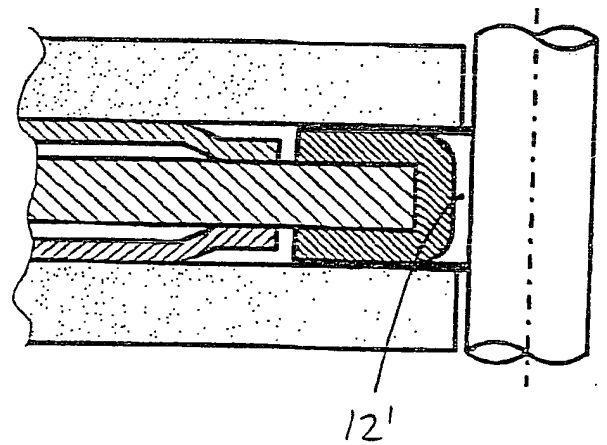


Fig. 12



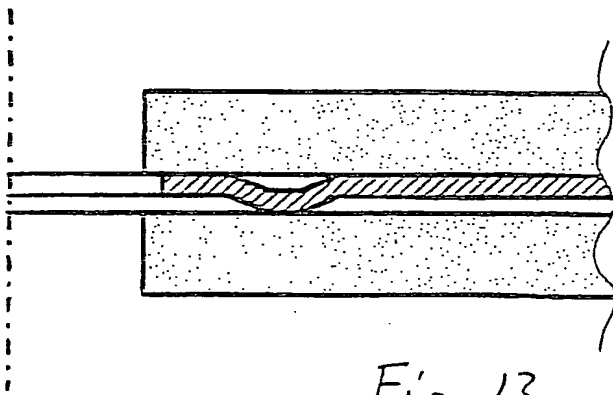


Fig. 13

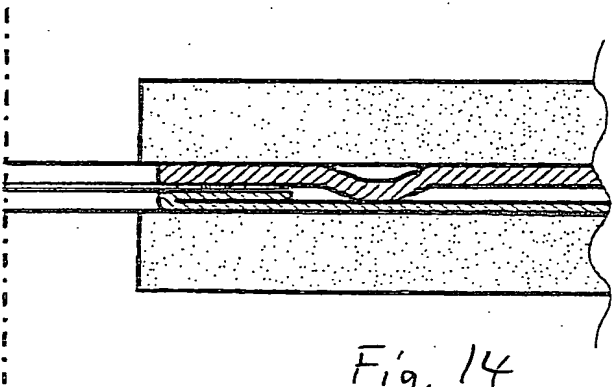
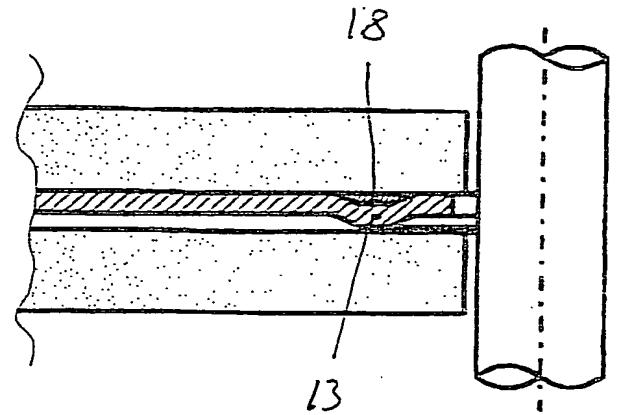


Fig. 14

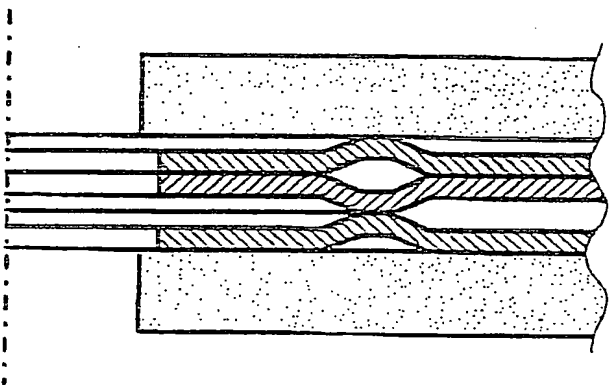
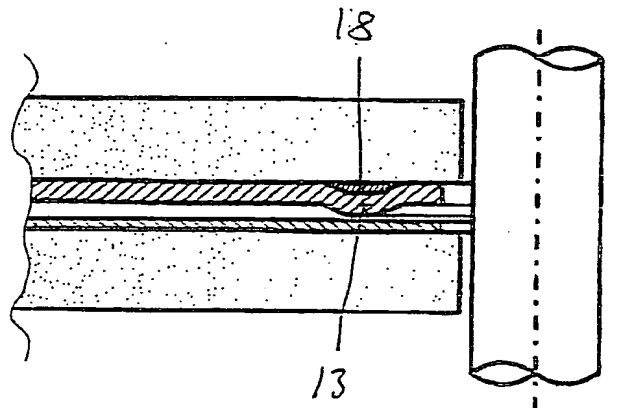
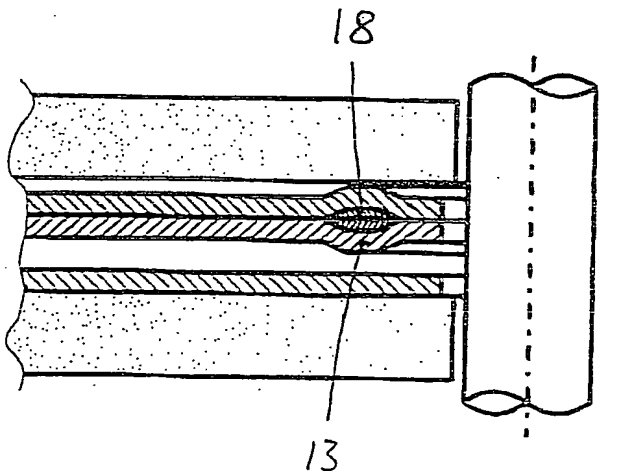


Fig. 15



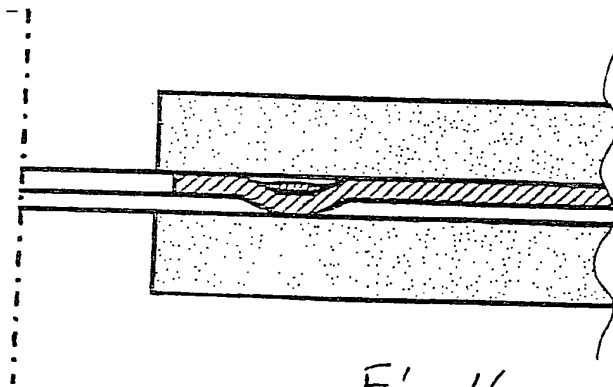


Fig. 16

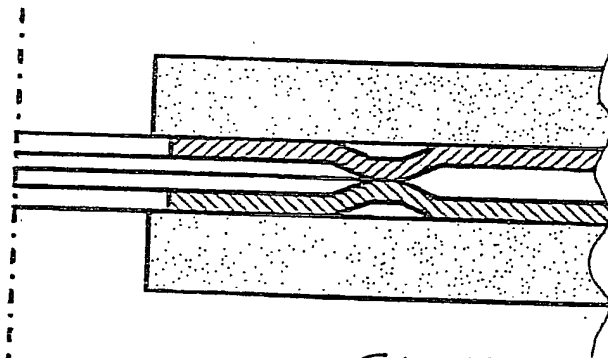
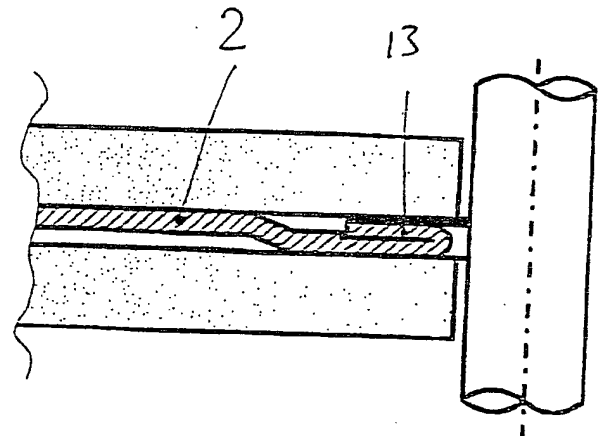


Fig. 17

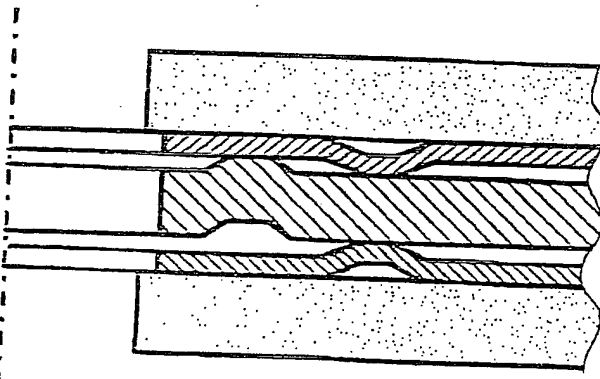
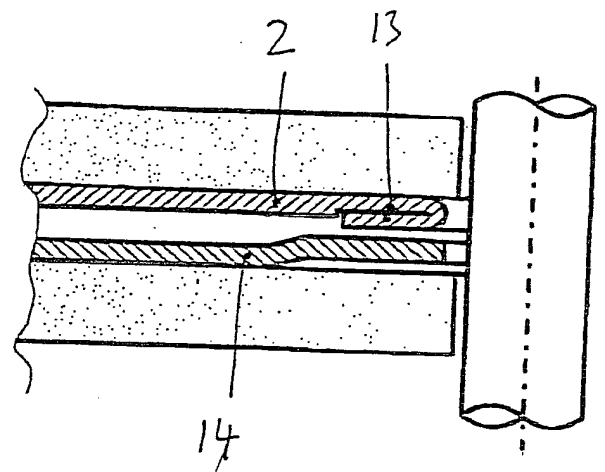
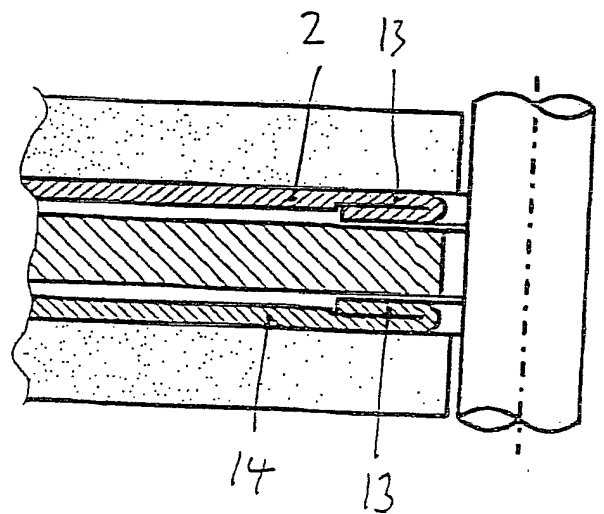


Fig. 18



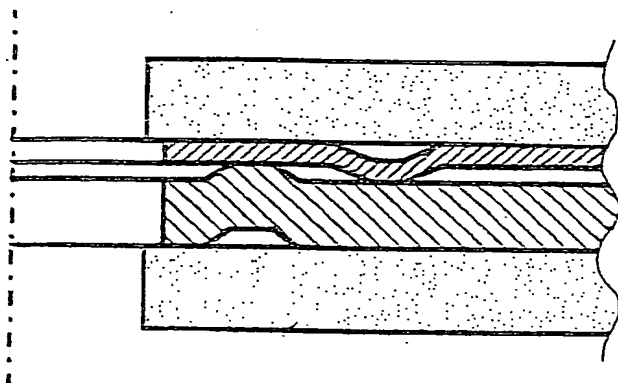


Fig. 19

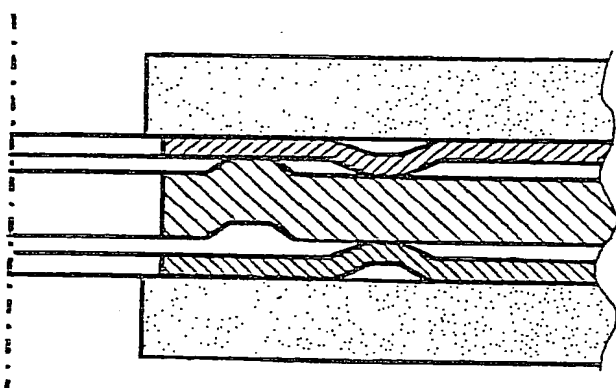
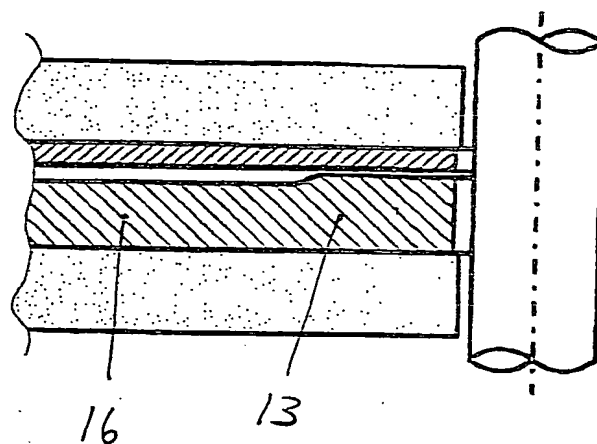


Fig. 20

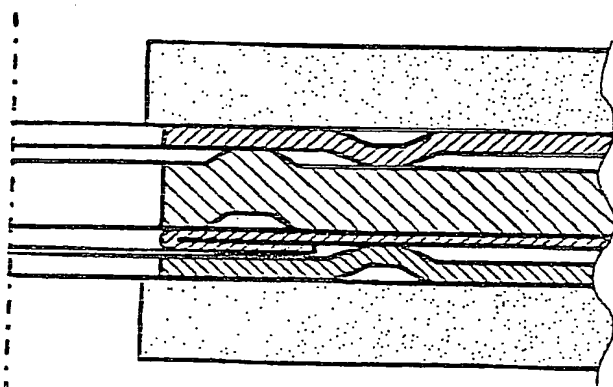
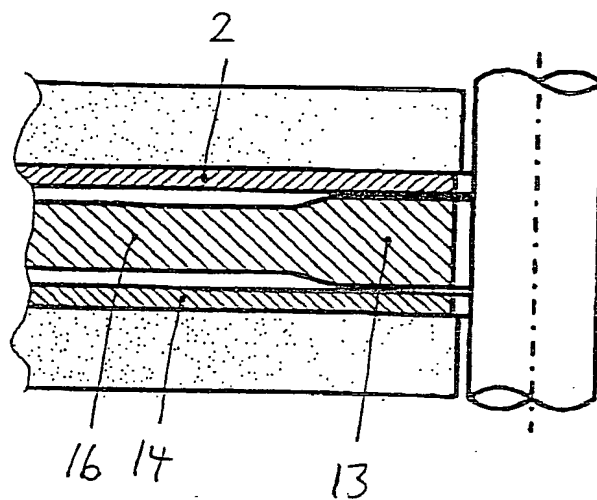
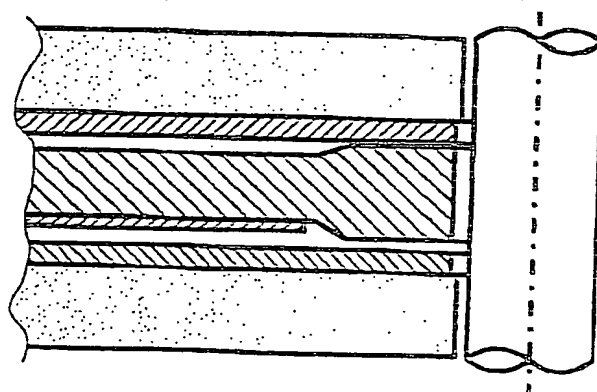


Fig. 21



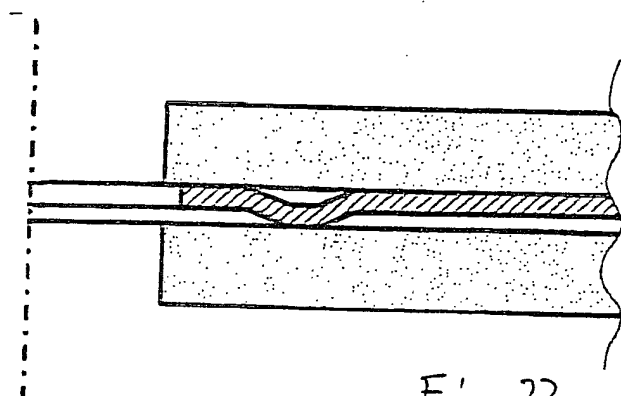


Fig. 22

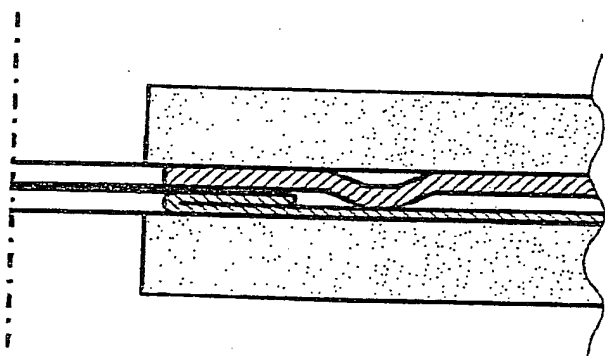
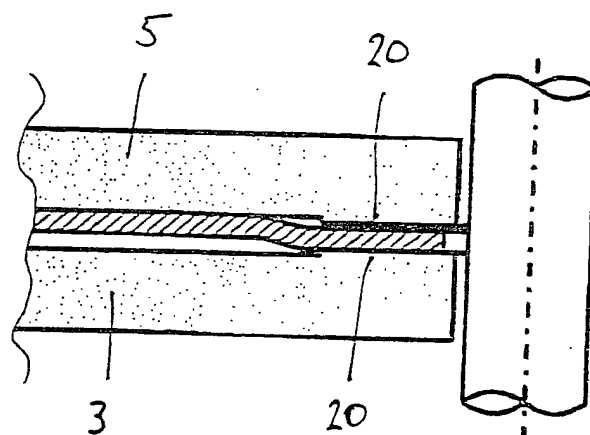


Fig. 23

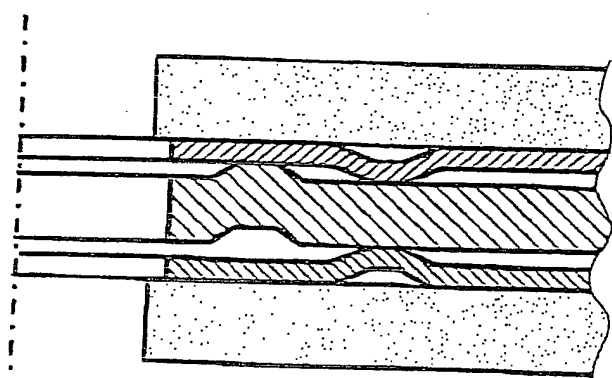
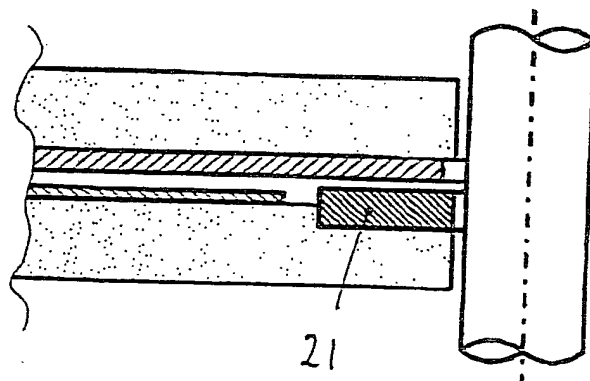
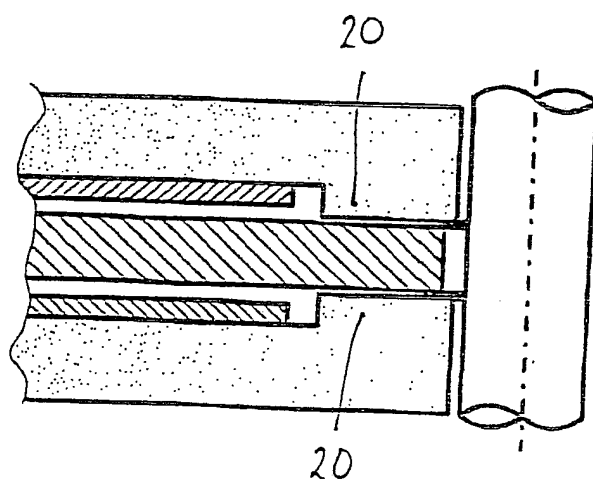


Fig. 24



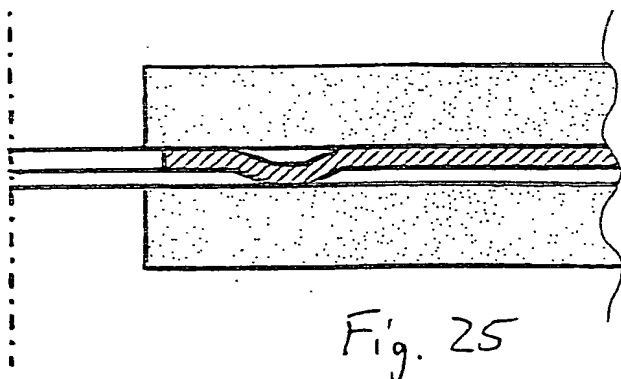


Fig. 25

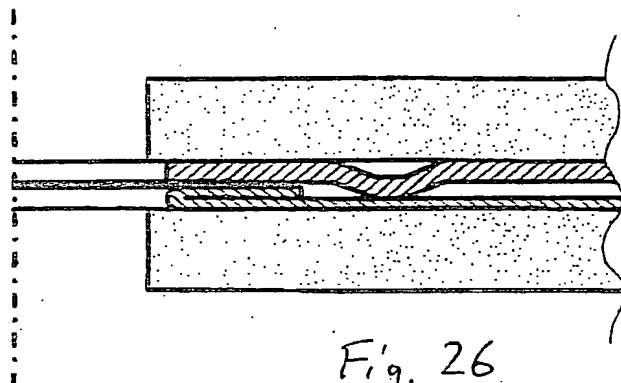
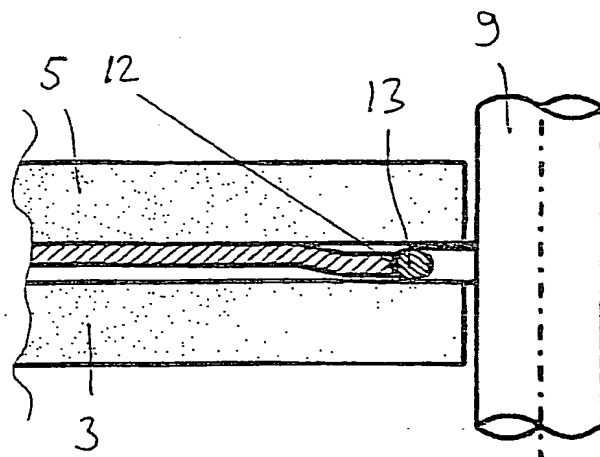


Fig. 26

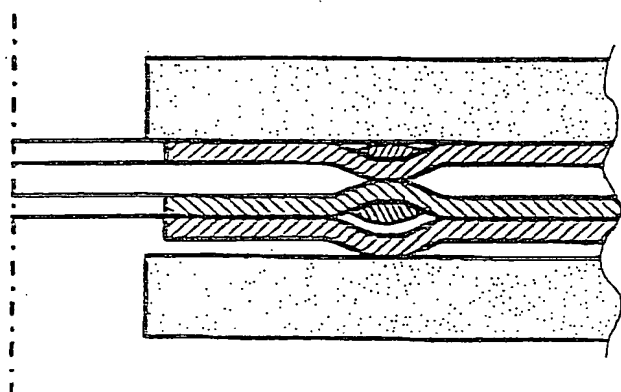
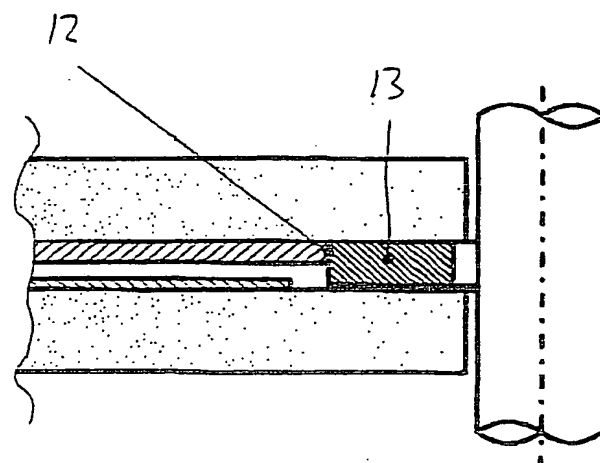
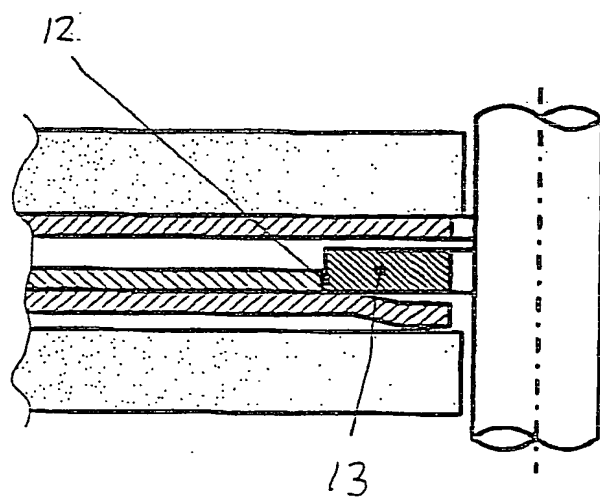


Fig. 27



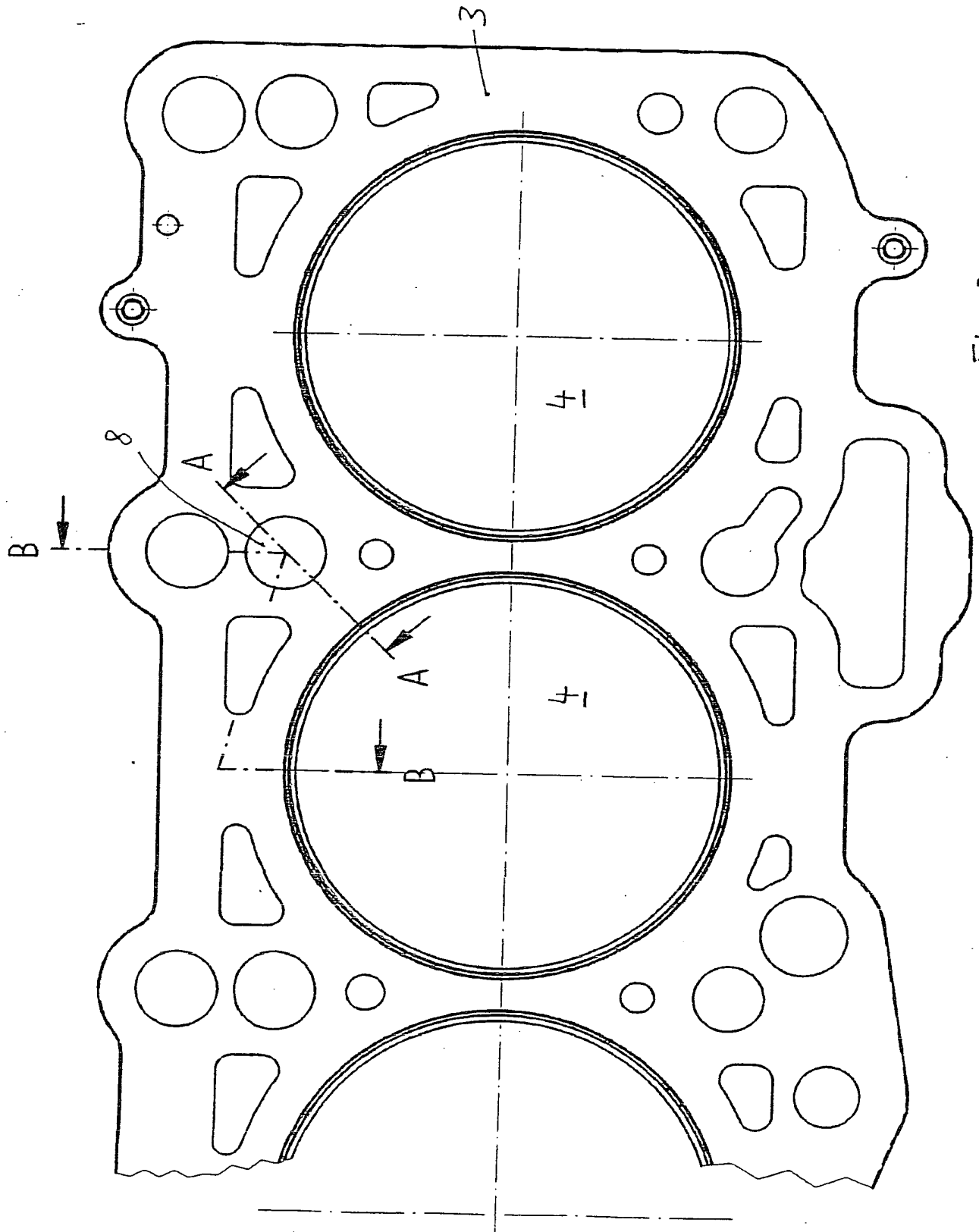


Fig. 28

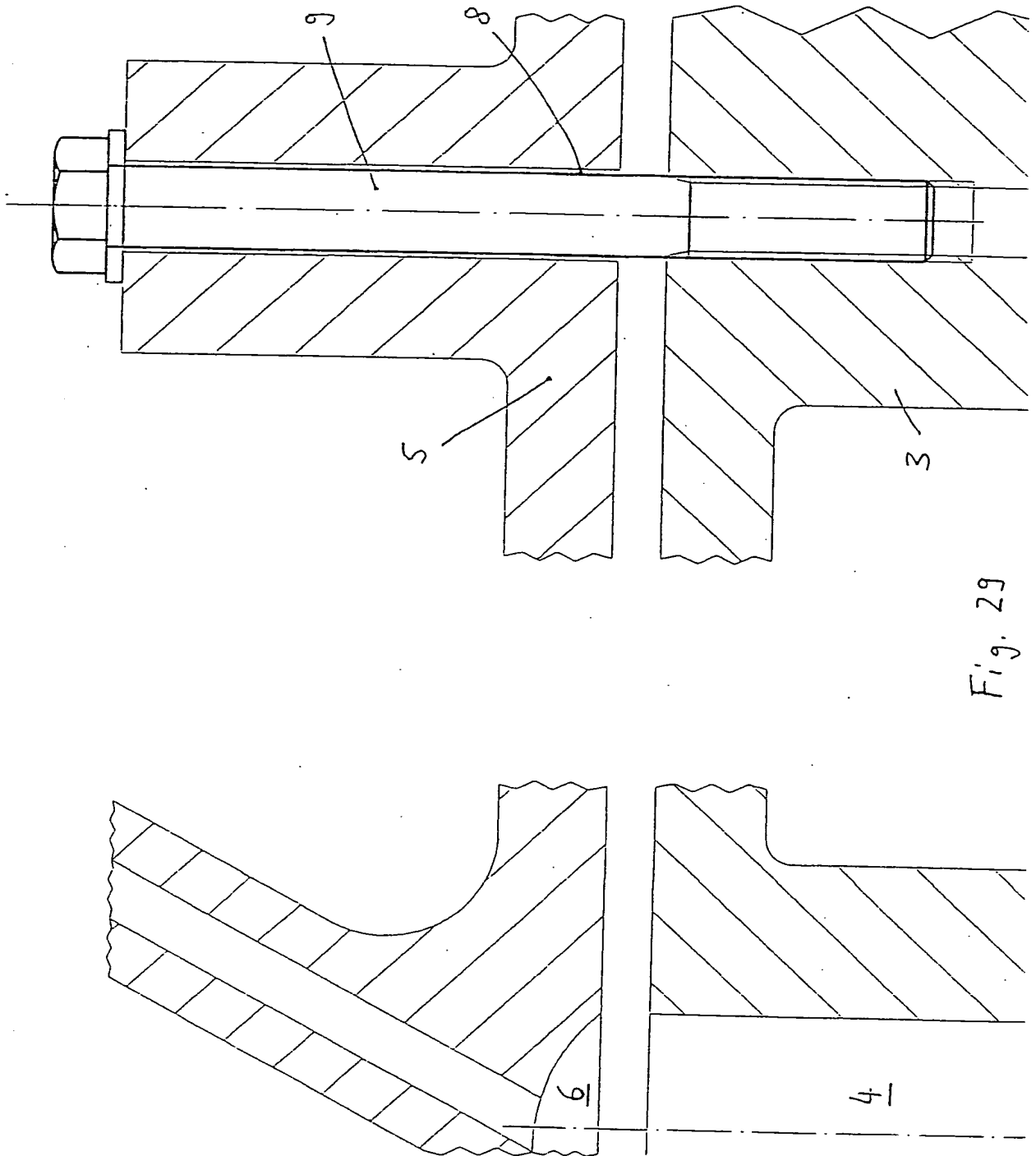


Fig. 29

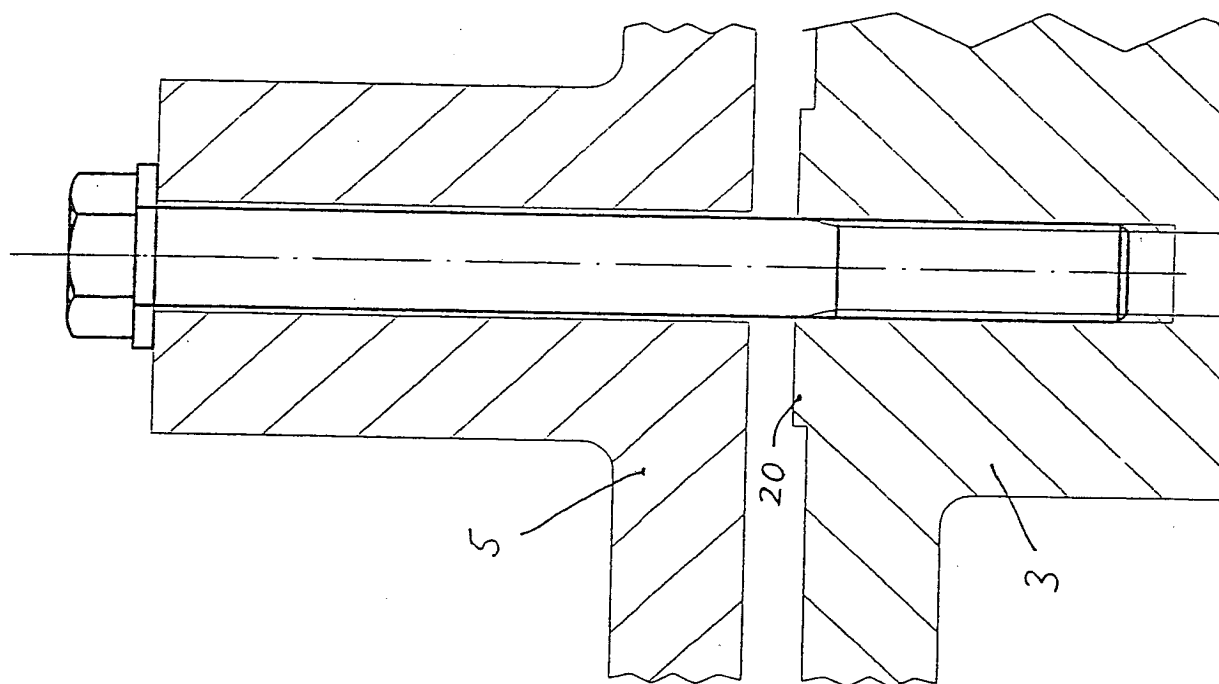
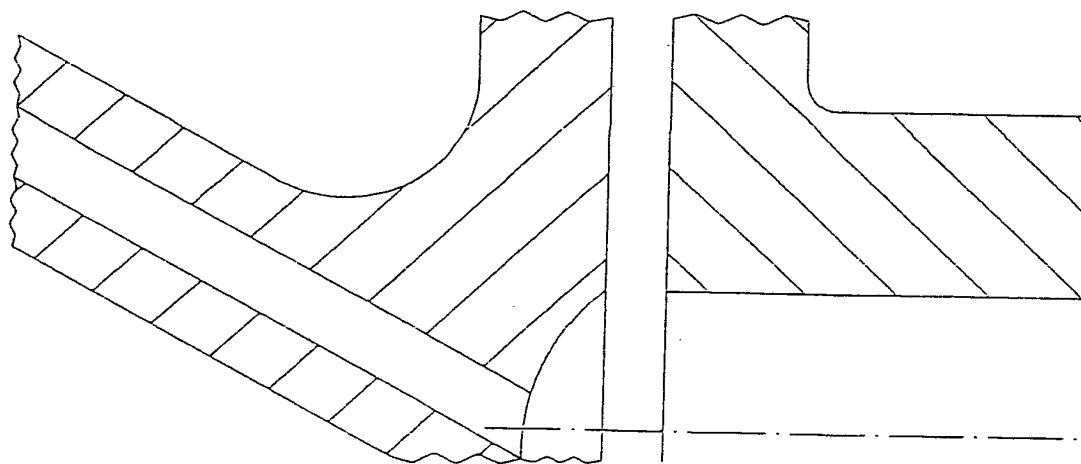


Fig. 30



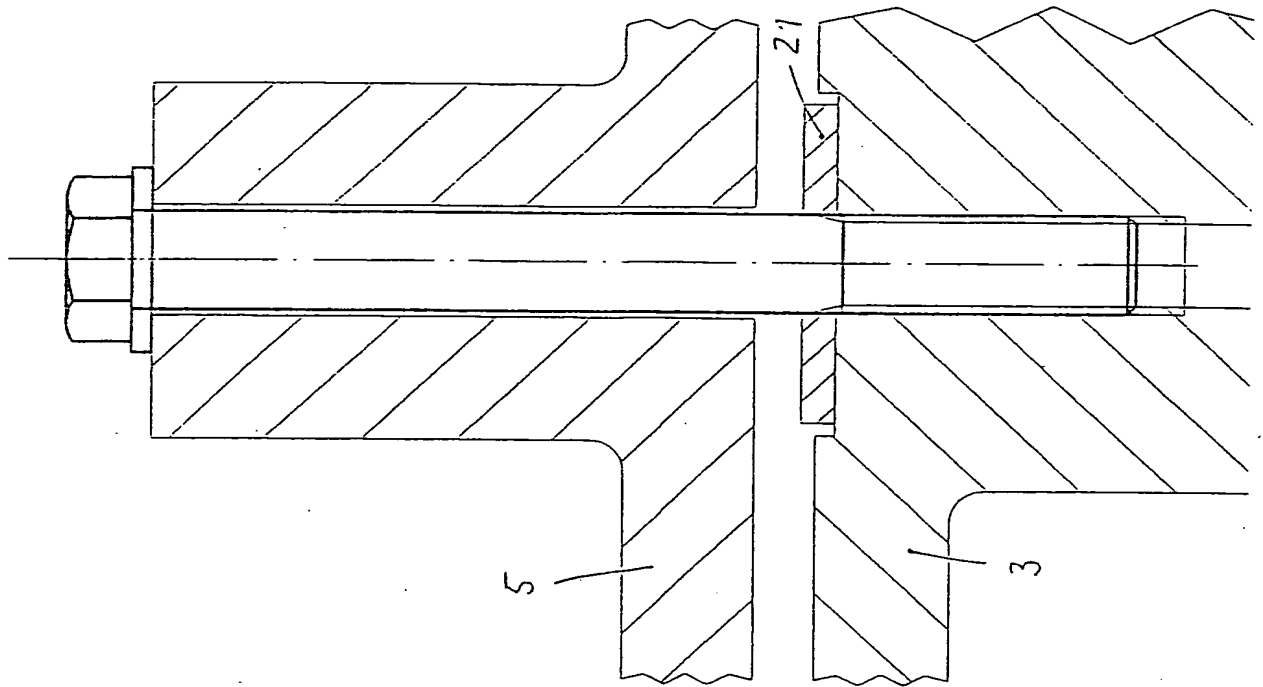
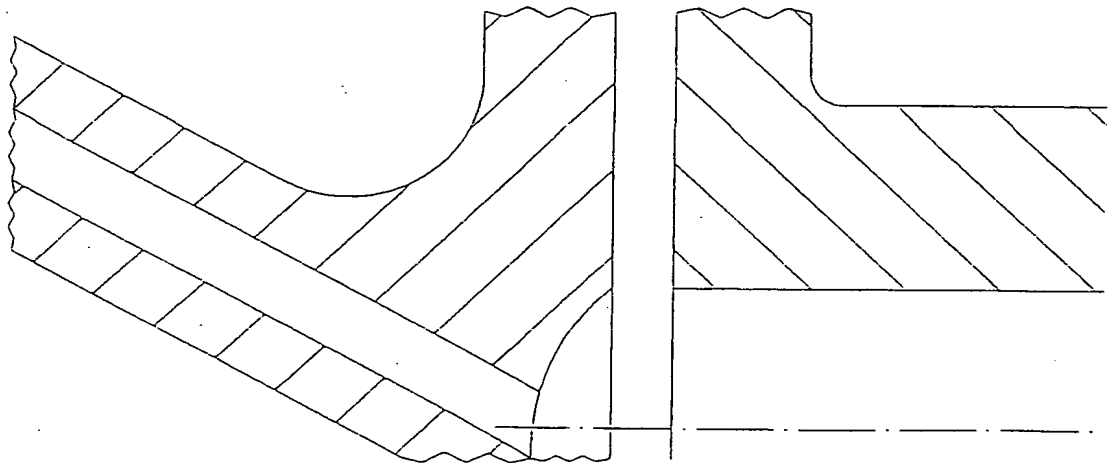


Fig. 31



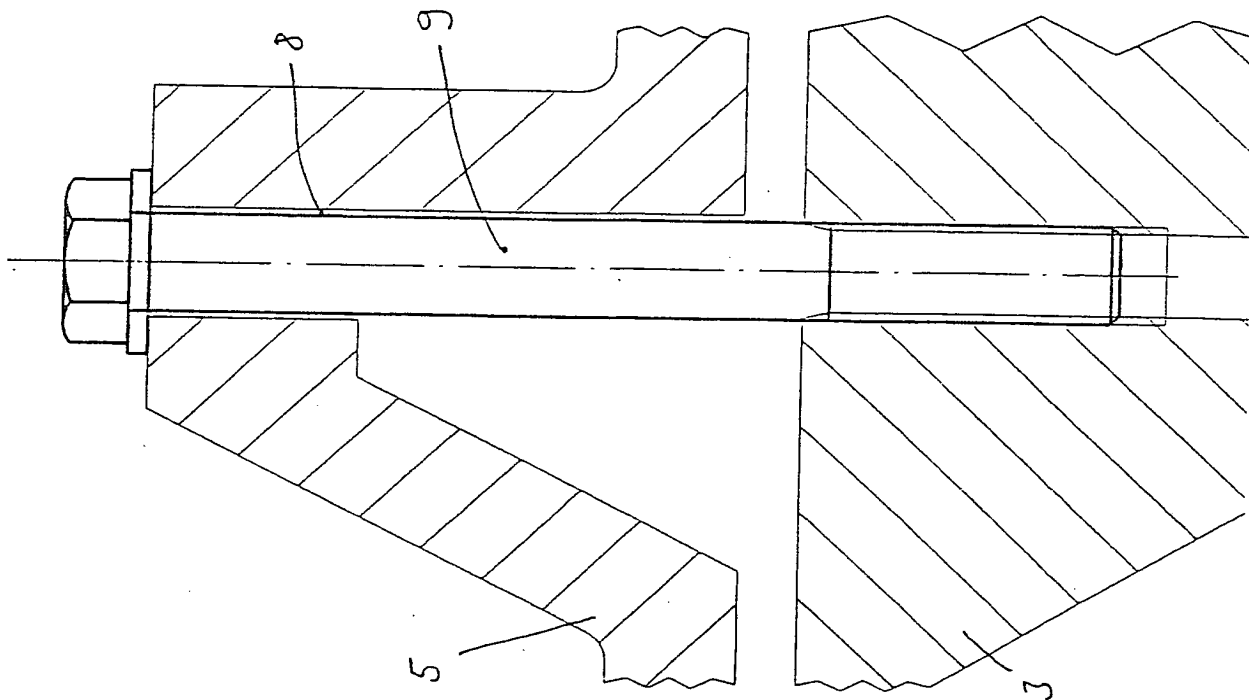


Fig. 32

